

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-247244

(43)Date of publication of application : 12.09.2000

(51)Int.Cl.

B62D 3/12

B21C 37/15

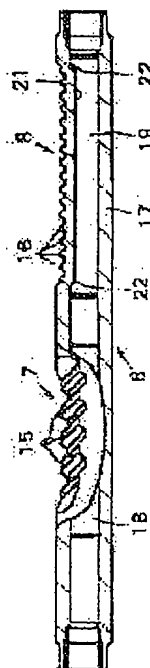
(21)Application number : 11-048483

(71)Applicant : KAYABA IND CO LTD

(22)Date of filing : 25.02.1999

(72)Inventor : OTSUKA JOJI

## (54) RACK SHAFT



### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To reduce weight while maintaining strength, to suppress machining cost and furthermore to allow the cross section in the face width direction of a rack tooth to be formed in curved shape.

**SOLUTION:** This rack shaft is provided with a tube member 17; arbors 18, 19 having outer diameters almost equal to the inner diameter of the tube member 17; and plane parts or curved face parts formed at the side faces of the arbors 18, 19. In the state of the arbors 18, 19 being inserted in the tube member 17, deformation processing is applied to portions corresponding to the plane parts or curved face parts of the arbors 18, 19 out of the outer peripheral surface of the tube member 17 to form rack teeth 15, 16.

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]  
[Date of final disposal for application]  
[Patent number]  
[Date of registration]  
[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]  
[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]  
[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

FULL TEXT TRANSLATION →NEXT PAGE

JP2000-247244

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The rack shaft characterized by having had tube material, the arbor which has the almost same outer diameter as the bore of tube material, and the flat-surface section or the curved-surface section formed in the side of an arbor, having performed plastic working to the portion corresponding to the flat-surface section or the curved-surface section of an arbor among the peripheral faces of tube material where an arbor is inserted into tube material, and forming a rack gear tooth.

[Claim 2] The rack shaft according to claim 1 characterized by forming the flat-surface section or the curved-surface section in the side of this arbor where the ends of an arbor are left.

[Claim 3] The rack shaft according to claim 1 or 2 characterized by having formed the flat-surface section in the side of one arbor, and forming the curved-surface section in the side of the arbor of another side while inserting the arbor of a couple in tube material.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs]

[0002] This invention relates to the rack shaft used for electric power-steering equipment etc.

[Description of the Prior Art] The schematic diagram of electric power-steering equipment is shown in drawing 7. As shown in this drawing 7, the input shaft 3 was coordinated with the steering wheel 1 through the intermediate shaft 2 gear, and the pinion 4 is provided in this input shaft 3. On the other hand, the rack 7 is formed in the rack shaft 6 which made ends coordinate Wheels 5a and 5b. And the pinion 4 of the above-mentioned input shaft 3 is engaged on this rack 7.

[0003] Furthermore, the rack 8 is further formed in a part different from the above-mentioned rack 7 at the rack shaft 6. And on this rack 8, the pinion 11 prepared in the output shaft 10 of a reducer 9 is engaged. The output of electrical-motor M is made to tell the above-mentioned reducer 9. And Controller C controls the output of the above-mentioned electrical-motor M based on the instructions from a torque sensor 12 or the vehicle speed sensor 13. Therefore, electrical-motor M drives according to steering torque or the vehicle speed, the output will be told to a rack 8 from the pinion 11 of an output shaft 10 through a reducer 9, and the assistant force will be given.

[0004] The rack shaft 6 is concretely shown in drawing 8 among the above-mentioned electric power-steering equipment. The rack gear tooth 15 is formed in the side of the rack shaft 6 which consists of a bar 14 by shaving processing. These rack gear tooth 15 constitutes the rack 7 for engaging the pinion 4 of the above-mentioned input shaft 3. Similarly, the rack gear tooth 16 is further formed in a part different from the above-mentioned rack 7 on the side of this rack shaft 6 by shaving processing. These rack gear tooth 16 constitutes the rack 8 for engaging the pinion 11 of the above-mentioned output shaft 10.

[0005] In addition, if the input shaft 3 coordinated with a steering wheel 1 depending on the configuration of the gear case which is not illustrated and the output shaft 10 coordinated with electrical-motor M are located in a line in parallel, it may be hard coming to contain these input shafts 3 and an output shaft 10 in a gear case. Then, in what is shown in drawing 8, the phase was shifted to the circumferencial direction of the rack shaft 6, and the above-mentioned rack 7 and the rack 8 are arranged to it. Thus, if the phase of racks 7 and 8 is shifted, the angle of the shaft orientations of an input shaft 3 and the shaft orientations of an output shaft 10 can be shifted, and the receipt nature to the gear case of these input shafts 3 or an output shaft 10 may be raised.

[0006]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, in the above-mentioned conventional example, since the rack gear teeth 15 and 16 are deleted and it fabricates by processing, a bar 14 will have to be used and the weight of the rack shaft 6 will surely increase. Moreover, the processing cost will start in deleting the rack gear teeth 15 and 16 and fabricating by processing. Furthermore, when carrying out shaving processing, as shown in drawing 9, a linear fake colander is not obtained for the cross section of the face-width direction of the rack gear teeth 15 and 16 from the problem of the processability. However, if the cross section of the face-width direction of the rack gear teeth 15 and 16 is linear, the angle of the shaft orientations of an input shaft 3 or the shaft orientations of an output shaft 10 engaged to it will be decided uniquely.

[0007] And when forming two racks 7 and 8 like the above-mentioned conventional example and the rack gear teeth 15 and 16 of these racks 7 and 8 are linear, the phase shift of a rack 7 and 8 the very thing will opt for a gap of the angle of the shaft orientations of an input shaft 3 and the shaft orientations of an output shaft 10 which are engaged to them. Therefore, a margin will not be able to be given to the phase shift design of racks 7 and 8, but precision of each rack gear tooth 15 and shaving processing of 16 will have to be made high, and processing cost will start further. The purpose of this invention is holding down processing cost and offering further the rack shaft which also made it possible to make the cross section of the face-width direction of a rack gear tooth in curve while attaining lightweight-ization, maintaining intensity.

[0008]

[Means for Solving the Problem] This invention relates to a rack shaft, is equipped with tube material, the arbor which has the almost same outer diameter as the bore of tube material, and the flat-surface section or the curved-surface section formed in the side of an arbor, is in the state which inserted the arbor into tube material, performs plastic working to the portion corresponding to the flat-surface section or the curved-surface section of an arbor among the peripheral faces of tube material, and has the feature at the point in which the rack gear tooth was formed.

[0009] In the 1st invention, the 2nd invention is in the state which left the ends of an arbor, and has the feature at the point which formed the flat-surface section or the curved-surface section in the side of this arbor.

[0010] According to the 3rd invention, in invention of the 1st and 2, while inserting the arbor of a couple in tube material, it has the feature at the point which formed the flat-surface section in the side of one arbor, and formed the curved-surface section in the side of the arbor of another side.

[0011]

[Embodiments of the Invention] One example of the rack shaft of this invention is shown in drawing 1 -6. As shown in drawing 1, not the bar 14 but the tube material 17 is used for constituting the rack shaft 6 like the above-mentioned conventional example. On the other hand, as shown in drawing 2, while preparing the arbors 18 and 19 of a couple, the outer diameter of these arbors 18 and 19 is made almost the same as the bore of the above-mentioned tube material 17. Moreover, the length of these arbors 18 and 19 is lengthened from the length of the racks 7 and 8 which should be formed in the rack shaft 6, respectively.

[0012] Where the ends are left, crevices 20 and 21 are formed in the side of the above-mentioned arbors 18 and 19. And it is made to correspond to the length of the racks 7

and 8 which should form the length of these crevices 20 and 21 in the rack shaft 6, respectively. Furthermore, crevice 20 base of one arbor 18 is processed into the plane as shown in drawing 3. In addition, this crevice 20 base constitutes the flat-surface section as used in the field of this invention. Moreover, crevice 21 base of the arbor 19 of another side is processed in the shape of [ loose ] a curved surface, as shown in drawing 4. In addition, this crevice 21 base constitutes the curved-surface section as used in the field of this invention.

[0013] The arbors 18 and 19 of the couple performed above are inserted into the tube material 17, and these arbors 18 and 19 are located in the suitable part in the tube material 17, respectively. In this state, as shown in drawing 3 and 4, while the peripheral face of arbors 18 and 19 sticks to the inner skin of the tube material 17, space will be formed in the portion in which crevices 20 and 21 were formed.

[0014] And when forming racks 7 and 8, it is in the state which inserted the above-mentioned arbors 18 and 19, and plastic working is performed to the portion corresponding to the crevices 20 and 21 of arbors 18 and 19 among the peripheral faces of the tube material 17. Specifically, press working of sheet metal is performed to the peripheral face of the tube material 17, or forging is performed. If plastic working is performed, while the tube material 17 deforms plastically according to the force at the time of the processing according to the crevices 20 and 21 of arbors 18 and 19, as shown in drawing 5 and 6, the rack gear teeth 15 and 16 will be formed in the peripheral face of this tube material 17.

[0015] Thus, if the rack gear teeth 15 and 16 are formed in the peripheral face of the tube material 17, the inner skin of the tube material 17 will be in the state where it stuck to the crevice 20 of arbors 18 and 19, and no less than 21 bases. And as shown in drawing 5, when crevice 20 base is made superficial, the cross section of the face-width direction of the rack gear tooth 15 can be formed linearly. Moreover, as shown in drawing 6, when crevice 21 base is made in curved surface, the cross section of the face-width direction of the rack gear tooth 16 can be formed in curve.

[0016] In addition, if the rack gear teeth 15 and 16 are formed in the peripheral face of the tube material 17, as shown in drawing 1, the both ends of arbors 18 and 19 will be in the state where it was caught in the step 22 formed in the inner skin of the tube material 17. Therefore, shaft-orientations movement of these arbors 18 and 19 can be regulated, and the tube material 17 and arbors 18 and 19 can be made to unify completely.

[0017] According to the example described above, since not the bar 14 but the tube material 17 is used, lightweight-ization of the rack shaft 6 can be attained. And since it has left arbors 18 and 19 to the rack 7 and eight portions on which especially the external force acts in in the tube material 17, although lightweight-ization is attained as mentioned above, the intensity as a rack shaft 6 is fully maintainable. Moreover, since what is necessary is just to form the rack gear teeth 15 and 16 by plastic working, if compared with shaving processing, it will become possible to hold down processing cost.

[0018] Furthermore, if crevice 21 base of an arbor 18 is made in curved surface as shown in drawing 6, the cross section of the face-width direction of the rack gear tooth 16 can be made in curve. And if the cross section of the face-width direction of the rack gear tooth 16 is in curve, it will become possible to decide freely the angle of the shaft orientations of the output shaft 10 engaged to it by the tangential direction of the rack

gear tooth 16 of the curvilinear configuration.

[0019] Therefore, a margin can be given to the gap design to shift the phase of racks 7 and 8, even when forming two racks 7 and 8 like the above-mentioned example if one of the racks 7, the rack gear tooth 15 of 8, or 16 is formed in curve.

[0020] If the above-mentioned example explains, the angle of the shaft orientations of the input shaft 3 engaged for the rack gear tooth 15 which is linear will be decided uniquely. However, the angle of the shaft orientations of the output shaft 10 engaged for the rack gear tooth 16 which is in curve can be freely decided by the tangential direction of the rack gear tooth 16 of the curvilinear configuration as mentioned above. Therefore, apart from the phase shift of a rack 7 and 8 the very thing, a gap of the angle of the shaft orientations of an input shaft 3 and the shaft orientations of an output shaft 10 can be adjusted by adjusting the angle of the shaft orientations of an output shaft 10. And a margin can be given to the phase shift design of a rack 7 and 8 the very thing if a gap of the angle of the shaft orientations of both the shafts 3 and 10 can be adjusted. Therefore, so high to processing of the rack gear teeth 15 and 16 of these racks 7 and 8 a precision becomes possible [ it no longer being required and holding down processing cost ].

[0021]

[Effect of the Invention] According to the 1st invention, since tube material is used, lightweight-ization of a rack shaft can be attained. And since it has left the arbor to the rack portion on which especially the external force acts in in tube material, although lightweight-ization is attained as mentioned above, the intensity as a rack shaft is fully maintainable. Moreover, since what is necessary is just to form a rack gear tooth by plastic working, if compared with shaving processing, it will become possible to hold down processing cost. Furthermore, if the curved-surface section is formed in the arbor, the cross section of the face-width direction of a rack gear tooth can be made in curve. And if the cross section of the face-width direction of a rack gear tooth is in curve, it will become possible to decide freely the angle of the shaft orientations of the pinion engaged to it by the tangential direction of the rack gear tooth of the curvilinear configuration.

[0022] According to the 2nd invention, if a rack gear tooth is formed in the peripheral face of tube material, the both ends of an arbor will be in the state where it was caught in the step formed in the inner skin of tube material. Therefore, shaft-orientations movement of an arbor can be regulated and tube material and an arbor can be made to unify completely.

[0023] According to the 3rd invention, when forming the rack of a couple, a gap of an angle with the shaft orientations of the pinion engaged apart from the phase shift of these racks itself on the shaft orientations of a pinion and the rack of another side which are engaged on one rack can be adjusted. And a margin can be given to the phase shift design of the rack of a couple itself if a gap of the angle of the shaft orientations of the pinion engaged on each rack can be adjusted. Therefore, so high to processing of the rack gear tooth of the rack of these couples a precision becomes possible [ it no longer being required and holding down processing cost ].

---

[Translation done.]



\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the cross section showing the rack shaft 6 of one example of this invention.

[Drawing 2] It is the perspective diagram showing arbors 18 and 19.

[Drawing 3] It is the cross section showing the state where the arbor 18 was inserted into the tube material 17.

[Drawing 4] It is the cross section showing the state where the arbor 19 was inserted into the tube material 17.

[Drawing 5] It is the cross section showing the state where performed plastic working from the state shown in drawing 3 , and the rack gear tooth 15 was formed.

[Drawing 6] It is the cross section showing the state where performed plastic working from the state shown in drawing 4 , and the rack gear tooth 16 was formed.

[Drawing 7] It is the schematic diagram showing electric power-steering equipment.

[Drawing 8] It is the cross section showing the rack shaft 6 of the conventional example.

[Drawing 9] It is the cross section of the rack shaft 6 of the conventional example.

[Description of Notations]

6 Rack Shaft

Rack

4 11 Pinion

15 16 Rack gear tooth

17 Tube Material

18 19 Arbor

20 21 Crevice

22 Step

---

[Translation done.]

(11)特許出願公開番号

特開2000-247244

(P2000-247244A)

(43)公開日 平成12年9月12日(2000.9.12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テーマト\* (参考)

**B 6 2 D 3/12**

503

B 6 2 D 3/12

5 0 3 Z

**B 2 1 C 37/15**

B 2 1 C 37/15

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 4 頁)

(21)出願番号

特願平11-48483

(22)出願日

平成11年2月25日(1999.2.25)

(71)出願人 000000929

カヤバ工業株式会社

東京都港区浜松町2丁目4番1号 世界貿易センタービル

(72)発明者 大塚 譲治

東京都港区浜松町2-4-1 世界貿易セ  
ンタービルカヤバ工業株式会社内

(74)代理人 100076163

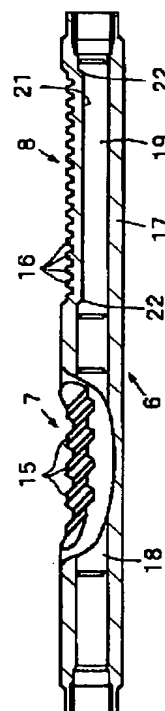
弁理士 嶋 宣之

(54) 【発明の名称】      ラックシャフト

(57) 【要約】

【課題】 強度を維持しながら軽量化を図るとともに、加工コストを抑え、さらには、ラック歯の歯幅方向の断面を曲線的にすることも可能にしたラックシャフトを提供することである。

【解決手段】 チューブ材１７と、チューブ材１７の内径とほぼ同じ外径を有する芯棒１８、１９と、芯棒１８、１９の側面に形成した平面部あるいは曲面部とを備えている。そして、チューブ材１７内に芯棒１８、１９を挿入した状態で、チューブ材１７の外周面のうち、芯棒１８、１９の平面部あるいは曲面部に対応する部分に塑性加工を施して、ラック歯１５、１６を形成している。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 チューブ材と、チューブ材の内径とほぼ同じ外径を有する芯棒と、芯棒の側面に形成した平面部あるいは曲面部とを備え、チューブ材内に芯棒を挿入した状態で、チューブ材の外周面のうち、芯棒の平面部あるいは曲面部に対応する部分に塑性加工を施して、ラック歯を形成したことを特徴とするラックシャフト。

【請求項2】 芯棒の両端を残した状態で、この芯棒の側面に平面部あるいは曲面部を形成したことを特徴とする請求項1記載のラックシャフト。

【請求項3】 チューブ材に一对の芯棒を挿入するとともに、一方の芯棒の側面には平面部を形成し、他方の芯棒の側面には曲面部を形成したことを特徴とする請求項1または2記載のラックシャフト。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

## 【発明の属する技術分野】

【0002】この発明は、電動パワーステアリング装置等に使用されるラックシャフトに関する。

【従来の技術】図7には、電動パワーステアリング装置の概略図を示す。この図7に示すように、ステアリングホイール1には、中間シャフト2等を介して入力軸3を連係し、この入力軸3にピニオン4を設けている。一方、両端に車輪5a、5bを連係させたラックシャフト6には、ラック7を形成している。そして、上記入力軸3のピニオン4を、このラック7にかみ合わせている。

【0003】さらに、ラックシャフト6には、上記ラック7と別の箇所、さらにラック8を形成している。そして、このラック8には、減速機9の出力軸10に設けたピニオン11をかみ合わせている。上記減速機9には、電動モータMの出力が伝えられるようにしている。そして、コントローラCは、トルクセンサ12や車速センサ13からの指令に基づいて、上記電動モータMの出力を制御する。したがって、操舵トルクや車速に応じて電動モータMが駆動し、その出力は、減速機9を介して出力軸10のピニオン11からラック8に伝えられ、アシスト力が付与されることになる。

【0004】図8には、上記電動パワーステアリング装置のうち、ラックシャフト6を具体的に示す。棒材14からなるラックシャフト6の側面には、削り加工によってラック歯15を形成している。これらラック歯15によって、上記入力軸3のピニオン4をかみ合わせるためのラック7を構成している。同じく、このラックシャフト6の側面には、上記ラック7と別の箇所、削り加工によってさらにラック歯16を形成している。これらラック歯16によって、上記出力軸10のピニオン11をかみ合わせるためのラック8を構成している。

【0005】なお、図示しないギヤケースの形状によっては、ステアリングホイール1に連係する入力軸3と、電動モータMに連係する出力軸10とが平行に並んでい

ると、これら入力軸3や出力軸10をギヤケース内に収納しにくくなる場合がある。そこで、図8に示すものでは、上記ラック7とラック8とを、ラックシャフト6の円周方向に位相をずらして配置している。このようにラック7、8の位相をずらしておけば、入力軸3の軸方向と出力軸10の軸方向との角度をずらすことができ、これら入力軸3や出力軸10のギヤケースへの収納性を高められることがある。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記従来例では、ラック歯15、16を削り加工で成形することから、棒材14を使用しなくてはならず、どうしてもラックシャフト6の重量がかさんでしまう。また、ラック歯15、16を削り加工で成形するのでは、その加工コストがかかってしまう。さらに、削り加工をする場合、その加工性の問題から、図9に示すように、そのラック歯15、16の歯幅方向の断面を直線的にせざるをえない。ところが、ラック歯15、16の歯幅方向の断面が直線的になっていると、それにかみ合わせる入力軸3の軸方向や出力軸10の軸方向の角度が一義的に決められてしまう。

【0007】そして、上記従来例のように2つのラック7、8を形成する場合、これらラック7、8のラック歯15、16が直線的になっていると、それにかみ合わせる入力軸3の軸方向と出力軸10の軸方向との角度のずれは、ラック7、8自体の位相のずれによって決められてしまうことになる。そのため、ラック7、8の位相のずれ設計に余裕を持たせることができず、各ラック歯15、16の削り加工の精度を高いものとしなければならなくなり、さらに加工コストがかかってしまう。この発明の目的は、強度を維持しながら軽量化を図るとともに、加工コストを抑え、さらには、ラック歯の歯幅方向の断面を曲線的にすることも可能としたラックシャフトを提供することである。

【0008】

【課題を解決するための手段】この発明は、ラックシャフトに係り、チューブ材と、チューブ材の内径とほぼ同じ外径を有する芯棒と、芯棒の側面に形成した平面部あるいは曲面部とを備え、チューブ材内に芯棒を挿入した状態で、チューブ材の外周面のうち、芯棒の平面部あるいは曲面部に対応する部分に塑性加工を施して、ラック歯を形成した点に特徴を有する。

【0009】第2の発明は、第1の発明において、芯棒の両端を残した状態で、この芯棒の側面に平面部あるいは曲面部を形成した点に特徴を有する。

【0010】第3の発明によれば、第1、2の発明において、チューブ材に一对の芯棒を挿入するとともに、一方の芯棒の側面には平面部を形成し、他方の芯棒の側面には曲面部を形成した点に特徴を有する。

【0011】

【発明の実施の形態】図1～6に、この発明のラックシャフトの一実施例を示す。図1に示すように、ラックシャフト6を構成するのに、上記従来例のように棒材14ではなく、チューブ材17を用いる。一方、図2に示すように、一対の芯棒18、19を準備するとともに、これら芯棒18、19の外径を、上記チューブ材17の内径とほぼ同じにしている。また、これら芯棒18、19の長さを、ラックシャフト6に形成すべきラック7、8の長さよりそれぞれ長くしている。

【0012】上記芯棒18、19の側面には、その両端を残した状態で凹部20、21を形成している。そして、これら凹部20、21の長さを、ラックシャフト6に形成すべきラック7、8の長さにそれぞれ対応させている。さらに、一方の芯棒18の凹部20底面を、図3に示すように、平面状に加工している。なお、この凹部20底面が、この発明でいう平面部を構成する。また、他方の芯棒19の凹部21底面を、図4に示すように、緩やかな曲面状に加工している。なお、この凹部21底面が、この発明でいう曲面部を構成する。

【0013】上記のようにした一対の芯棒18、19をチューブ材17内に挿入し、これら芯棒18、19を、チューブ材17内の適切な箇所にそれぞれ位置させる。この状態では、図3、4に示すように、チューブ材17の内周面に芯棒18、19の外周面が密着するとともに、凹部20、21を形成した部分には空間が形成されることになる。

【0014】そして、ラック7、8を形成するときは、上記芯棒18、19を挿入した状態で、チューブ材17の外周面のうち、芯棒18、19の凹部20、21に対応する部分に塑性加工を施す。具体的には、チューブ材17の外周面にプレス加工を施したり、鍛造加工を施したりする。塑性加工を施すと、その加工時の力によって、チューブ材17が芯棒18、19の凹部20、21に合わせて塑性変形しながら、図5、6に示すように、このチューブ材17の外周面にラック歯15、16が形成されることになる。

【0015】このようにしてチューブ材17の外周面にラック歯15、16を形成していくと、チューブ材17の内周面は、芯棒18、19の凹部20、21底面にも密着した状態となる。そして、図5に示すように、凹部20底面を平面的にした場合は、ラック歯15の歯幅方向の断面を直線的に形成することができる。また、図6に示すように、凹部21底面を曲面的にした場合は、ラック歯16の歯幅方向の断面を曲線的に形成することができる。

【0016】なお、チューブ材17の外周面にラック歯15、16を形成すると、図1に示すように、芯棒18、19の両端部が、チューブ材17の内周面に形成される段部22に引っ掛かった状態となる。したがって、これら芯棒18、19の軸方向移動を規制することがで

き、チューブ材17と芯棒18、19とを完全に一体化させることができる。

【0017】以上述べた実施例によれば、棒材14でなく、チューブ材17を使用するので、ラックシャフト6の軽量化を図ることができる。しかも、チューブ材17内のうち、特に外部の力が作用するラック7、8部分に芯棒18、19を残したままなので、上記のように軽量化を図りつつも、ラックシャフト6としての強度を十分に維持することができる。また、塑性加工でラック歯15、16を形成すればよいので、削り加工に比べれば、加工コストを抑えることが可能となる。

【0018】さらに、図6に示すように、芯棒18の凹部21底面を曲面的にしておけば、ラック歯16の歯幅方向の断面を曲線的にすることができる。そして、ラック歯16の歯幅方向の断面が曲線的になっていれば、それにかみ合わせる出力軸10の軸方向の角度を、その曲線形状のラック歯16の接線方向で自由に決めることが可能となる。

【0019】したがって、上記実施例のように2つのラック7、8を形成する場合でも、いずれか一方のラック7あるいは8のラック歯15あるいは16を曲線的に形成しておけば、ラック7、8の位相をずらしたいときに、そのずれ設計に余裕を持たせることができる。

【0020】上記実施例で説明すれば、直線的になっているラック歯15にかみ合わせる入力軸3の軸方向の角度は、一義的に決められてしまう。ただし、曲線的になっているラック歯16にかみ合わせる出力軸10の軸方向の角度は、前述のように、その曲線形状のラック歯16の接線方向で自由に決めることができる。したがって、ラック7、8自体の位相のずれとは別に、出力軸10の軸方向の角度を調整することで、入力軸3の軸方向と出力軸10の軸方向との角度のずれを調整することができる。そして、両軸3、10の軸方向の角度のずれを調整することができれば、ラック7、8自体の位相のずれ設計に余裕を持たせることができる。したがって、これらラック7、8のラック歯15、16の加工にさほど高い精度は要求されなくなり、加工コストを抑えることが可能となる。

【0021】

【発明の効果】第1の発明によれば、チューブ材を使用するので、ラックシャフトの軽量化を図ることができる。しかも、チューブ材内のうち、特に外部の力が作用するラック部分に芯棒を残したままなので、上記のように軽量化を図りつつも、ラックシャフトとしての強度を十分に維持することができる。また、塑性加工でラック歯を形成すればよいので、削り加工に比べれば、加工コストを抑えることが可能となる。さらに、芯棒に曲面部を形成しておけば、ラック歯の歯幅方向の断面を曲線的にすることができる。そして、ラック歯の歯幅方向の断面が曲線的になっていれば、それにかみ合わせるピニオ

ンの軸方向の角度を、その曲線形状のラック歯の接線方向で自由に決めることが可能となる。

【0022】第2の発明によれば、チューブ材の外周面にラック歯を形成すると、芯棒の両端部が、チューブ材の内周面に形成される段部に引っ掛かった状態となる。したがって、芯棒の軸方向移動を規制することができ、チューブ材と芯棒とを完全に一体化させることができる。

【0023】第3の発明によれば、一对のラックを形成する場合に、これらラック自体の位相のずれとは別に、一方のラックにかみ合わせるピニオンの軸方向と他方のラックにかみ合わせるピニオンの軸方向との角度のずれを調整することができる。そして、各ラックにかみ合わせるピニオンの軸方向の角度のずれを調整することができれば、一对のラック自体の位相のずれ設計に余裕を持たせることができる。したがって、これら一对のラックのラック歯の加工にさほど高い精度は要求されなくなり、加工コストを抑えることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例のラックシャフト6を示す断面図である。

【図2】芯棒18、19を示す斜視図である。

【図3】チューブ材17内に芯棒18を挿入した状態を示す断面図である。

【図4】チューブ材17内に芯棒19を挿入した状態を示す断面図である。

【図5】図3に示した状態から塑性加工を施してラック歯15を形成した状態を示す断面図である。

【図6】図4に示した状態から塑性加工を施してラック歯16を形成した状態を示す断面図である。

【図7】電動パワーステアリング装置を示す概略図である。

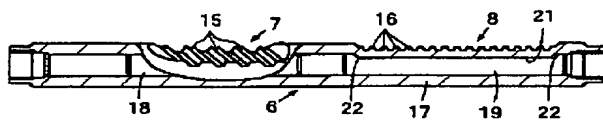
【図8】従来例のラックシャフト6を示す断面図である。

【図9】従来例のラックシャフト6の断面図である。

【符号の説明】

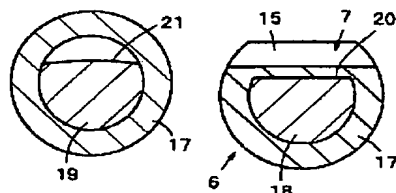
6	ラックシャフト
ラック	
4、11	ピニオン
15、16	ラック歯
17	チューブ材
18、19	芯棒
20、21	凹部
22	段部

【図1】

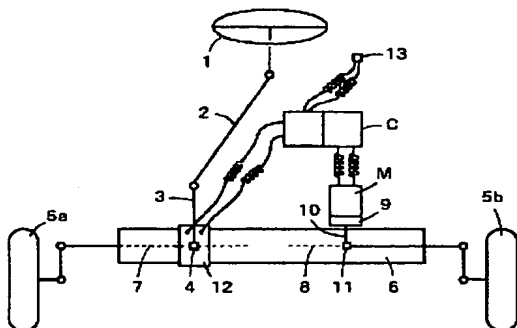


【図4】

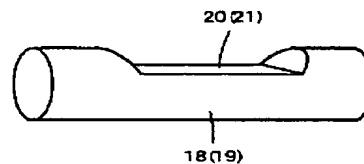
【図5】



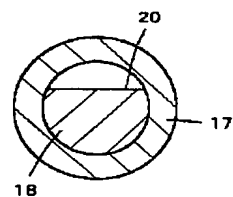
【図7】



【図2】

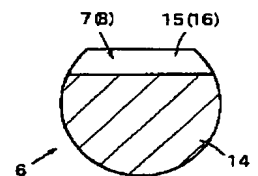
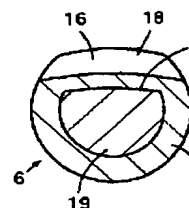


【図3】



【図6】

【図9】



【図8】

